

Riku Inkinen

# Toimitusketjun kehittäminen ja automatisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

22.4.2018

|  |   |
|--|---|
| Tekijä<br>Otsikko  | Riku Inkinen<br>Toimitusketjuprosessin kehittäminen ja automatisointi |
| Sivumäärä<br>Aika  | 35 sivua + 2 liitettä<br>22.4.2018                                    |
| Tutkinto   | insinööri (AMK)   |
| Tutkinto-ohjelma   | tuotantotalous  |
| Ammatillinen pääaine   | logistiikka   |
| Ohjaajat   | toimitusketjupäällikkö Jesse Jokinen<br>lehtori Harri Hiljanen        |
| <p>Insinöörityössä kehitettiin aurinkosähköjärjestelmiä toimittavan toimeksiantajan toimitusketjuprosessia. Työn tavoitteena oli toimitusketjun kehittäminen ja automatisointi. Työssä määriteltiin laskentalogiikka ja tilausprosessin automatisointi toimeksiantajan pientaloille suunnatun kaupan myyntitilausten käsittelyyn ja selvitettiin muita toimitusketjun kehityskohteita.</p> <p>Työn toimeksiantaja oli aurinkosähköjärjestelmiä toimittavan konsernin Suomen liiketoimintayksikkö. Konserni on eräs maailman vanhimmista aurinkosähköä toimittavista yrityksistä, ja se on toimittanut aurinkosähköä yli 140 maahan ja kaikille mantereille.</p> <p>Tarkoituksena oli lyhentää tilausten käsittelyyn käytettävää aikaa ja tällä tavalla parantaa toimeksiantajan toimitusketjuprosessin tehokkuutta. Insinöörityössä tutustuttiin toimitusketjun kehittämisen välineisiin ja metodeihin. Niiden avulla muodostettiin analyysi toimeksiantajan toimitusketjun nykytilasta. Analyysin perusteella määritettiin ehdotukset jatkotoimenpiteiksi.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin kvalitatiivisia ja kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä, ja niiden avulla pyrittiin deduktiiviseen päättelyyn, jotta voitiin saada kokonaisvaltaisempi kuva toimitusketjusta ja sen laatukustannusten syistä kuin pelkästään kvalitatiivisin menetelmin. Tämän menetelmän tuloksena syntyi sovellettu Ishikawa-analyysi.</p> <p>Insinöörityön lopputuloksena syntyi kattava kuvaus yrityksen toimitusketjuprosessista ja matemaattinen malli aurinkosähköjärjestelmien yksittäisten osien laskemista varten. Lisäksi määriteltiin ohjelmistoympäristö, jota käyttämällä pystytään välttämään suurin osa tilauksien korkean räätälöintiasteen aiheuttamista laatukustannuksista. Kirjallisen tutkimuksen ja havainnoinnin perusteella löydettiin myös kehityskohteita, joilla todennäköisesti pystytään vähentämään laatukustannuksia toimitusketjun jokaisessa vaiheessa, näistä yhtenä esimerkkinä uusi toimitusketjuprosessi.</p> |   |
| Avainsanat   | toimitusketju, kaizen, myyntitilausten käsittely, teollisuus 4.0      |

|   |  |
|---|--|
| Author<br>Title   | Riku Inkinen<br>Development and Automation of a Supply Chain           |
| Number of Pages<br>Date   | 35 pages + 2 appendices<br>22 April 2018                               |
| Degree  | Bachelor of Engineering  |
| Degree Programme  | Industrial Management and Engineering                                  |
| Professional Major  | Logistics  |
| Instructors   | Jesse Jokinen, Supply Chain Manager<br>Harri Hiljanen, Senior Lecturer |
| <p>In this thesis the supply chain process of a supplier of photovoltaic systems was improved. The goal of the thesis was to improve and automatize the supply chain. In the thesis a mathematical model was defined, and the sales order process was automated to handle sales orders in their market of photovoltaic systems for small residential buildings. Also, other development targets for the supply chain were defined.</p> <p>The client for this thesis was the Finnish office of an international company providing photovoltaic systems. The corporation is one of the world's oldest suppliers of photovoltaic systems and it has delivered photovoltaic systems to over 140 countries and to all continents.</p> <p>The purpose of the thesis was to reduce the time needed to handle the sales orders and thus shorten the time used for the handling of sales orders. In the thesis the methods of supply chain were studied and using the methods an analysis of the current state of the company's supply chain process were made. Based on the analysis follow-up suggestions were made.</p> <p>In this study, quantitative and qualitative research methods were used. The purpose of these research methods was to use deductive judgement so that a more thorough picture of the supply chain could be achieved compared to using only qualitative methods. For example, an applied Ishikawa analysis was a result of these methods.</p> <p>The end result of the thesis was a thorough description of the supply chain process of the company and a mathematical model of calculating the individual parts of the photovoltaic systems. In addition, a software environment was created to avoid the costs of quality due to the bespoke nature of the consumer systems. With the literature review and observation, development targets were found. They can be used to reduce quality expenses in every step of the supply chain, for example a new supply chain process.</p> |  |
| Keywords  | supply chain, kaizen, sales order processing, industry 4.0             |

# Sisällys

## Lyhenteet

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Johdanto                                    | 1  |
| 1.1 | Tavoite ja aiheen raja                      | 2  |
| 1.2 | Työn merkitys                               | 3  |
| 1.3 | Toimeksiantaja ja markkinat                 | 4  |
| 2   | Toimitusketjun kehittämisen metodeja        | 5  |
| 2.1 | Prosessien kuvaaminen                       | 5  |
| 2.2 | Kaizen toimintasuunnitelmana ja filosofiana | 6  |
| 2.3 | Myyntitilausten automatisointi              | 10 |
| 2.4 | Teollisuus 4.0                              | 11 |
| 2.5 | Laatukustannukset                           | 12 |
| 2.6 | Ishikawa-analyysi                           | 14 |
| 3   | Tutkimusmenetelmät                          | 16 |
| 3.1 | Tutkimusfilosofia                           | 16 |
| 3.2 | Aineiston keruumenetelmät                   | 17 |
| 4   | Toimitusketjun nykytila                     | 19 |
| 5   | Kehityskohteiden määrittely                 | 19 |
| 6   | Yhteenveto                                  | 20 |
|     | Lähteet                                     | 22 |

## Liitteet

Liite 1. Aurinkosähköjärjestelmien mekaniikan laskentalogiikka

Liite 2. Käyttäjakohtainen tilausjärjestelmän määrittely

## Lyhenteet

|      |   |
|------|---|
| ERP  | Enterprise Resource Planning. Yrityksen ydinprosessien integroitu reaaliaikainen hallinta, johon yleensä käytetään ohjelmistoja.        |
| SQL  | Structured Query Language. Standardoitu kyselykieli relaatiotietokannan hyödyntämiseen.   |
| PDCA | Plan, Do, Check, Adjust. Stewhart-Demingin laatuympyrä, jota käytetään mallintamaan Kaizen-laatufilosofian mukaista kehityssykliä.      |
| QMS  | Quality Management System. Kokoelma liiketoimintaprosesseja, joilla vastataan asiakkaiden tarpeisiin ja lisätään asiakastyytyväisyyttä. |
| FTP  | File Transfer Protocol. TCP-protokollaa käyttävä asiakas-palvelinperiaatteella toimiva tiedostonsiirtomenetelmä.                        |
| EDI  | Electronic Data Interchange. Standardoitu tekniikka, jota käytetään yritysten välisten tietojärjestelmien keskinäiseen kommunikointiin. |

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena oli pienentää tilausten käsittelyyn käytettävää aikaa ja tällä tavalla parantaa Naps Solar Systems Oy:n toimitusketjuprosessin tehokkuutta. Toimeksiantaja on eräs maailman vanhimmista aurinkosähköratkaisuiden toimittajista.

Nykyaikaisessa nopeasti kehittyvässä ja kiihtyvässä toimitusketjussa yritysten tulee vastata asiakkaiden odotuksiin nopeasti, luotettavasti ja joustavasti voidakseen menestyä. Toimitusketjun hallintaa voidaankin pitää yhtenä nykyajan tärkeimmistä kilpailutekijöistä. Ilman toimivaa toimitusketjua yrityksen resursseja ei voida hyödyntää tehokkaasti. Toimiva toimitusketju on yksi yrityksen menestyksen keskeisimmistä tekijöistä. (Mentzer 2007.)

Toimitusketjun hallintaan kuuluu koko toimitusketjuprosessin kulku. Perinteisesti siihen ajatellaan lukeutuvan raaka-aineet, toimitukset, valmistusprosessit, pakkaus ja jakelu loppukäyttäjälle. Kuitenkin nykyään materiaalivirtojen ja tietovirtojen logistiikka ja niiden hallinta on yhä keskeisempi osa toimitusketjun hallintaa. (Harrison 2015: 6.)

Toimitusketjun keskeisenä tavoitteena on toimitusaikojen minimoiminen, toimitusvarmuuden parantaminen ja toimituksen täsmällisyys. Kilpailukykyisen toimitusketjun suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon yleinen trendi, jossa toimitusten eräkoot jatkuvasti pienenevät. Tämä asettaa huomattavia haasteita toimitusketjun hallinnalle etenkin kausittain vaihtelevassa liiketoiminnassa. (Schrauf & Bertram 2016.)

Matalan työvoimakustannuksen maihin verrattuna Suomessa kilpailutekijät liittyvät yhä useimmilla aloilla innovointiin, laatuun, yrityksen korkeaan erikoistumisasteeseen, nopeisiin toimitusaikoihin sekä avoimeen ja läpinäkyvään tiedonkulkuun yrityksen ja sen asiakkaiden, tavarantoimittajien ja huolitsijoiden välillä. Rikama (2018) päätelee artikkelissaan, että globaalien arvoketjujen myötä yritysten osaaminen on kaventunut, mutta muuttunut entistä kilpailukykyisemmäksi omilla kapeilla segmenteillään. Yritysten tuottamien tuotteiden ja palveluiden monimutkaistuesssa myös niiden toimitusketjut ja verkostot ovat monimutkaistuneet vastaavasti.

Insinööriyön aihe alkoi muodostua joulukuussa 2017, kun esittelin yritykselle mahdollisia opinnäytetyön aiheita, ja tammikuussa 2018 yrityksessä päätettiin ottaa työn alle muokattu ehdotukseni kotimaan toimitusketjuprosessin kehittämisestä.

## 1.1 Tavoite ja aiheen rajaus

Insinööriyön ensisijaisena tavoitteena oli määritellä automaattinen järjestelmä toimeksiantajan pientalokaupan myyntitilausten käsittelyyn. Tarkoituksena oli lyhentää tilausten käsittelyyn käytettävää aikaa ja tällä tavalla parantaa toimeksiantajan toimitusketjuprosessin tehokkuutta.

Toimitusketjuprosessia lähestyttiin toimeksiantajan kotimaan pientalojen aurinkosähköjärjestelmien kaupan näkökulmasta. Toissijainen tavoite oli suorittaa itse muutokset prosessiin siten, että laatukustannusten osuus pienenesi ja asiakastyytyväisyys paranisi.

Insinööriyön yhtenä osana pyrittiin kuvamaan toimeksiantajan toimitusketjuprosessi ja selvittämään prosessin mahdollisia kehityskohteita. Mahdollisuuksien mukaan kehitystoimia pyrittiin myös toteuttamaan jo työn aikana. Työssä tarkastellaan toimeksiantajan toimitusketjuprosessia jälleenmyyjien ostotilauksen ja toimeksiantajan myyntitilauksen näkökulmasta.

Tämän insinööriyön tuotteina kehitettiin laskentalogiikka kotimaan pientalojen aurinkosähköjärjestelmien kiinnitysmekaniikkalaskentaan, Ishikawa-analyysi toimitusketjun laatukustannuksien syistä, prosessikuvaus uudesta toimitusketjuprosessista sekä uuden tilausjärjestelmän määrittely. Toimeksiantaja toivoi, että työn tuloksena kehitetyksi uusi toimiva prosessi, jota voitaisiin jatkossa myös parantaa jatkuvan parantamisen mallin mukaisesti.

Insinööriyö on rajattu pientalojen verkkoon kytkettäviin aurinkosähköjärjestelmiin, joita toimeksiantaja toimittaa yksityishenkilöille jälleenmyyjäverkostonsa kautta. Muut yrityksen tarjoamat tuotteet ja palvelut ovat tyypillisesti korkeamman räätälöintiasteen tuotteita eivätkä näin ollen sovellu tutkimuksen rajauksen piiriin.

Insinööriyön tutkimus- ja kehityskysymyksiä olivat seuraavat:

- Miten nykyistä mitoitustyökalua voisi kehittää?
- Miten nykyisen toimitusketjun virheitä voisi vähentää?
- Miten tehostaa toimitusketjuprosessia?

Työn pääpaino on Stewhart-Demingin laatuympeyrän toisessa ja kolmannessa kohdassa. Työn tekovaiheessa ei ole vielä päätetty käyttöönotettavan järjestelmän lopullista laajuutta, joten jatkuvan parantamisen mallin mukaiset seuraavat kehityssykliä jäävät tämän insinööriyön ulkopuolelle.

## 1.2 Työn merkitys

The Guardianin (2018) mukaan aurinkosähkö on maailman nopeimmin kasvava energiantuotantomuoto. Auvisen (2017) mukaan Suomen verkkoon kytketty aurinkosähkökapasiteetti kasvoi vuonna 2016 noin kahteenkymmeneen megawattiin. Aurinkosähkömarkkinoille on tullut paljon uusia toimijoita aurinkokennojen halpenemisen ja kestävän kehityksen trendin takia. Ottaen huomioon kysynnän nopean kasvu ja aurinkokennojen halpeneva hinta aurinkosähkömarkkinat todennäköisesti kasvavat entisestään.

Aurinkosähköjärjestelmien markkinoilla toimittajan luotettavuus, toimitusnopeus ja toimitusvarmuus ovat tärkeitä kilpailutekijöitä. Yrityksen toimitusketjun laatukustannukset nousivat kotimaan kuluttajille myytävien aurinkosähköjärjestelmien tilausmäärien noustessa kesällä 2017. Näiden järjestelmien tilausmäärät ovat suurimmillaan alkukeväästä loppukesään. Suoriutuakseen kasvavista tilausmääristä yritys näki välttämättömäksi vähentää tilauksista aiheutuvia laatukustannuksia ja vähentää tilausten käsittelyyn kuluva aikaa.

Kesällä 2017 havaittiin toimeksiantajan laatukustannusten osuuden olleen yrityksen laatutavoitteisiin nähden liian korkea, joten laatukustannusten perimmäisten syiden tarkka selvittäminen ja niiden oikein toteutettu ja tehokas vähentäminen oli hyvin ajankohtainen aihe. Myyntitilauksien käsittely ja yhteydenpito jälleenmyyjän kanssa ovat erittäin tärkeässä roolissa hyvän asiakaskokemuksen tuottamisessa.

Usein yritysten kehittäessä prosessejaan ja toimintatapojaan jokainen työntekijä keskittyy ainoastaan tehtäväkohtaiseen näkökulmaansa. Tällöin kehitettävän prosessin uudis-



tuksien kokonaisvaikutukset jäävät vähemmälle huomiolle. Tässä työssä on haluttu tarkastella kehitettävää prosessia yleisellä tasolla ottaen huomioon mahdollisimman hyvin eri käyttäjien tarpeet.

### 1.3 Toimeksiantaja ja markkinat

Insinööriyön toimeksiantaja oli Naps Solar -konsernin Suomen liiketoimintayksikkö Naps Solar Systems Oy Helsingin Konalassa. Toimeksiantaja on eräs maailman vanhimmista aurinkosähköratkaisuiden toimittajista. Toimeksiantaja on toimittanut erilaisia aurinkosähköjärjestelmiä, komponentteja ja ratkaisuja jokaiselle mantereelle moniin eri käyttökohteisiin ja lukuisiin eri tarpeisiin. Naps-konsernin alku voidaan ajoittaa vuoteen 1981, jolloin öljy-yhtiö Neste sijoitti vaihtoehtoisin energiaratkaisuihin. Nimi Naps on alun perin lyhenne sanoista "Neste Advanced Power Systems", mutta myöhemmin Nesteen vaihtoehtoisten energiaratkaisujen liiketoimintayksikkö yhtiöitettiin omaksi yhtiökseen ja yrityksen nimestä tuli erisnimi Naps. Nykyään Naps Solar Group on Suomen ja Pohjoismaiden johtava aurinkosähköratkaisuiden tuottaja. (Naps Solar Systems 2018.)

Naps Solar Oy:n pääomistaja on Taaleri Kiertotalous Ky. Muihin omistajiin kuuluvat yhteisen omistusyhtiön kautta Vantaan Energia, Kokkolan Energia, Pori Energia, Rauman Energia, Vakka-Suomen Voima ja Oulun Seudun Sähkö. Näistä energiayhtiöt toimivat omistussuhteensa lisäksi myös jälleenmyyjinä. (Naps Solar Systems 2018.)

World Energy Councilin (2016) mukaan vuoden 2015 lopulla maailmanlaajuinen aurinkosähkökapasiteetti oli 227 GWp, joka vastaa 1 %:a maailmassa käytetystä sähköstä. Aurinkopaneelien hinnat ovat halventuneet viime aikoina huomattavasti. Varsinkin viime vuosina hinnat ovat laskeneet rajusti ja aikaisemmasta ratkaisukeskeistä myynnistä on siirrytty yhä enemmän puhtaaseen sijoittamiseen. (Naps Solar Systems 2018.)

Aurinkosähköjärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen eri luokkaan, verkkoon kytkettyihin aurinkosähköjärjestelmiin ja verkosta irrallisiin aurinkosähköjärjestelmiin. Molempia myydään kuluttajille ja yrityksille. Verkkoon kytketyt järjestelmät jakautuvat tyypillisesti pientalojärjestelmiin ja suuriin yrityskäyttöön räätälöityihin aurinkovoimaloihin. Verkkoon kytkemättömät järjestelmät jakaantuvat lukuisiin alaryhmiin sovellusalueen mukaan. (Naps Solar Systems 2018.)

## 2 Toimitusketjun kehittämisen metodeja

Insinööriyön toimeksiantajalla on käytössään ISO 9001 -laatujärjestelmä. Laatujärjestelmä on tehty ISO 9001:2015 -standardin asettamien vaatimusten mukaisesti, ja kaikki kehitysprojektit sekä uudet prosessit tulee määritellä tämän laatujärjestelmän mukaisesti.

Useimmissa yrityksissä toimitusketjun toiminnot ovat hyvin standardoituja prosesseja. Oikein suunnitellussa toimitusketjussa kysynnän ja tarjonnan välinen ero on kaikissa prosessin vaiheissa mahdollisimman pieni, jolloin esimerkiksi suuria varastoja ei pääse syntymään ja laatukustannukset ovat mahdollisimman pienet. (Harrison 2015: 6.)

Perinteisesti toimitusketjun keskeisiin tavoitteisiin kuuluu omaan liiketoimintaan sidotun pääoman minimoiminen tinkimättä kuitenkaan asiakkaille tarjottavasta laatu- ja palvelutasosta. Tämä tapahtuu tuotteiden ja palveluiden oikea-aikaisina, -laatuisina ja -määräisinä toimituksina asiakkaille. Nykyään toimitusketjun hallinta liittyy entistä enemmän ihmisten ja tavaroiden fyysisen kuljettamisen sijaan informaatiovirtojen kulkuun ja hallintaan. (Harrison 2015: 6.)

### 2.1 Prosessien kuvaaminen

Prosessikuva on havainnollistava kuva prosessien vaiheista. Prosessikuvaukseen sisällytetään tyypillisesti alku- ja loppupiste sekä toiminnot, päätökset ja menetelmät. Prosessien kuvaaminen on yleinen työkalu, ja sitä voidaan käyttää monenlaisiin tarkoituksiin. Hyvin tehdyt prosessikuvaukset helpottavat prosessien kehittämistä ja analysointia. Tarkastelemalla prosessikaavioita on mahdollista selvittää, mitkä toiminnot ovat päällekkäisiä ja mitkä eivät luo arvoa. Prosessikuvauksien avulla voidaan selvittää viivästyksien syyt ja se, ovatko prosessin toiminnot sellaisia, että prosessien kokonais- tai osavastuut ovat epäselviä. (Tague 2005: 255–257.)

Tavoitteena on mahdollisimman yksinkertainen, ketterä ja tehokas prosessi, joka pystyy mukautumaan modernin toimitusketjun tuomiin haasteisiin. Tämän vuoksi jokaiselle prosessille pitää kuvantamisen ja mallintamisen lisäksi määrätä sen hallinnoinnista vastaava henkilö, eli prosessin omistaja, joka vastaa koko prosessista, sen ohjauksesta ja mahdollisista korjaustoimenpiteistä. (Isixsigma 2018.)

Taguen (2005: 255–257) mukaan prosessikuvaus on oikea työkalu, kun pyritään

- kehittämään ymmärrystä prosessin kulusta
- tutkimaan prosessia kehitysnäkökulmasta
- esittämään prosessin kulku sen ulkopuolisille henkilöille
- parantamaan yhteydenpitoa prosessin mukaisesti työskentelevien kesken
- dokumentoimaan prosessia
- suunnittelemaan projektia.

Prosessipohjaisesta näkökulmasta toimitusketjua on pyrittävä katsomaan yhtenä kokonaisuutena, jotta näkökulma on riittävän laaja. Kapeakatseisuutta on vältettävä. Tyypillisesti kehittämisiongelmana on se, että prosessille ei ole vastuussa olevaa henkilöä eikä yrityksen toiminnoille tai prosessille ole määritetty suorituskykymittareita. Tämän seurauksena asiakkaan kokema palvelutaso heikkenee huomattavasti. Ongelma-alueiden löytäminen toimitusketjun ennusteista ei riitä, koska prosessikehitykseen liittyy monia huomioon otettavia asioita. (Tague 2005: 255–257.)

Yhtiön johdolta tulee edellyttää kokonaisvaltaista sitoutumista kehitystavoitteisiin, jotta kehitys ei pysähdy hallinnollisiin ongelmiin. Johdon sitoutuminen muutokseen sekä yrityskulttuurin muuttaminen ovat erityisen tärkeitä prosesseja muutettaessa. Tavoitteet eivät saa olla liian suuria, etteivät työntekijät koe tavoitteita mahdottomiksi ja ylitsepääsemättömiksi. Kaikkien prosessiin liittyvien työntekijöiden on tuotava ilmi omat prosessikohtaiset tavoitteensa ja velvollisuutensa. Jos prosessin kehittäminen edellyttää koulutusta, sitä on järjestettävä. (Tague 2005: 255–257.)

## 2.2 Kaizen toimintasuunnitelmana ja filosofiana

Kaizen (改善) on japanin kieltä ja tarkoittaa ”kehittymistä” tai ”muutosta parempaa kohti”. Kaizen on yrityksen prosessien eri vaiheiden jatkuvan parantamisen malli. Kehittämällä Kaizen-toimintasuunnitelman mukaisia vakioituja prosesseja pyritään poistamaan eri lähteistä muodostuva hukka. Kaizen on tapana mieltää puoliksi toimintasuunnitelmaksi ja puoliksi filosofiaksi. (Lean Production 2018.)

Kaizen-toimintasuunnitelman ydin on yrityksen prosessien kehittämiseen pyrkivien tapahtumien järjestäminen yrityksessä jokaisella osa-alueella siten, että yritys pystyy kehittymään. Näiden tapahtumien tulee pyrkiä korostamaan varsinkin työntekijöiden osallistumista. (Lean Production 2018.)

Kaizen-filosofia eli jatkuvan parantamisen malli on filosofia, jonka tavoitteena on kehittää jatkuvasti olemassa olevia prosesseja. Näin pystytään kehittämään prosessia koko ajan tehokkaammaksi ja helpommaksi. Kaizen-filosofian ydin on Lean Productionin (2018) mukaan yrityksen kulttuurin rakentaminen sellaiseksi, että työyhteisö on aktiivisesti mukana ehdottamassa ja ottamassa käyttöön yrityksen prosesseihin ja toimintamalleihin liittyviä parannuksia. Tavoitteena on, että Kaizenista tulee lopulta luonnollinen tapa tehdä töitä jokaisella yrityksen tasolla ylimmästä johtoportaasta työntekijöihin. (Lean Production 2018.)

Toisaalta voidaan ajatella, että Kaizen-ajattelun soveltaminen toimintasuunnitelmana on juuri se, mikä vie Kaizen-filosofian ajatusta eteenpäin. Kun Kaizen otetaan käyttöön toimintasuunnitelmana johdonmukaisesti ja ylläpidetysti käyttöön onnistuneiden projektien kautta se opettaa työntekijöitä suhtautumaan työntekoonsa eri tavalla ja ajattelemaan jatkuvasti kehityskohteita. Kaizen-filosofian käyttäminen toimintasuunnittelussa luo erityisen suuria pitkän aikavälin hyötyjä kehittämällä yrityksen kulttuuria toiminnaltaan jatkuvan kehittämisen suuntaan. Toisaalta ongelmia on ensiksi analysoitava niiden alkusyiden perusteella, koska muuten ongelmille luodut ratkaisut saattavat vain olla vain pintaraapaisu todellisten ongelmien laajuudesta. (Bulsuk 2018.)

Kaizenia käytettiin alun perin fyysisessä tuotantoympäristössä, mutta Kaizen-filosofiaa ja -toimintasuunnitelmaa pystytään käyttämään erinomaisesti myös palvelusektorilla ja asiantuntijapalveluissa. Kaizen koostuu Bulsukin (2018) mukaan neljästä toistuvasta tasosta, joita on pyritty mallintamaan esimerkiksi PDCA-syklillä.

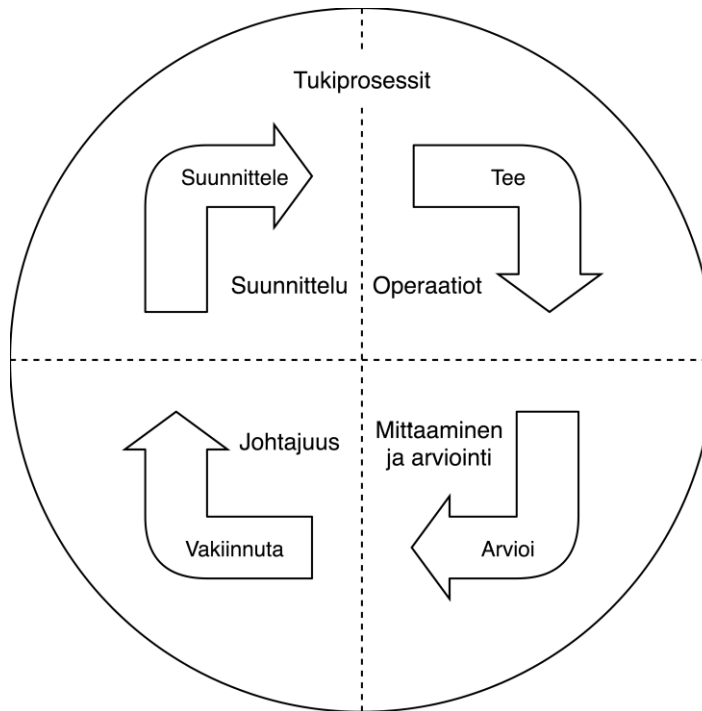
PDCA-sykli eli Stewhart-Demingin laatuympyrä on eräänlainen jatkuvan kehittämisen malli, jolla ratkaistaan ongelmia ja kehitetään prosesseja. Stewhart-Demingin laatuympyrä on yksinkertainen malli Kaizen-laatufilosofian soveltamisesta, ja sitä voidaan käyttää apuna Kaizen-toimintasuunnitelman käyttöönotossa. (Bulsuk 2018).

PDCA-sykli on osa kaikkia laatujärjestelmän elementtejä ja vaatimuksia. Jatkuvan parantamisen mallin periaate on sekä muodollisesti että epävirallisesti käytössä päivittäisessä liiketoiminnassa, ja sillä pystytään edesauttamaan ISO 9001:2015 -standardin mukaisia kehitystoimenpiteitä. (Abuhav 2014.)

Taguen (2005: 390-392) mukaan PDCA-mallia tulisi käyttää

- jatkuvan parantamisen mallina
- aloitettaessa uusi kehitysprojekti
- suunniteltaessa prosessikuvausta, tuotetta tai palvelua
- määriteltäessä toistuvaa työprosessia
- suunniteltaessa tiedon keräämistä ja analyysiä
- vahvistettaessa ja priorisoitaessa ongelmia ja juurisyitä
- määriteltäessä mitä tahansa muutosta.

Kuvan 1 mukaisesti ensimmäisenä kohtana suunnittelussa on tärkeää parannusmahdollisuuden havaitseminen ja muutoksen suunnittelu. Toisessa kohdassa testataan muutosta pienen mittakaavan kokeilussa. Kolmannessa kohdassa arvioidaan testin tulokset ja pyritään tunnistamaan opitut asiat. Tämän jälkeen neljännessä kohdassa vakiinnutetaan pilottiprojektin mukaisesti prosessimuutokset, jos ne ovat toimineet. Jos prosessimuutokset eivät toimineet halutulla tavalla, sykli kannattaa aloittaa alusta. (Mindtools 2018.)



Kuva 1. PDCA-kaavio (mukaillen Abuhav 2014).

Kaizen-laatufilosofian ensimmäinen askel on kehityskohteen tai ongelman tunnistaminen prosessin sisällä. Kehityskohteen havaitsemisen jälkeen suunnitellaan muutoksen toteutus kuvan 1 mukaisesti ideoimalla ja kehittämällä ideoiden perusteella toimintasuunnitelma. Tässä vaiheessa asetetaan tavoitteet kehityskohteille ja pyritään tunnistamaan riskit. Laadun suunnittelutyökaluja voi myös käyttää tässä vaiheessa. (Abuhav 2014.)

Sen jälkeen, kun on kartoitettu muutoskohde ja tehty toimintasuunnitelma, muutoksen tuomaa vaikutusta kannattaa testata pienen mittakaavan pilottiprojektilla. Jos pilottiprojektin perusteella saavutetaan haluttu lopputulos, pystytään kehitettyä logiikkaa laajentamaan vähitellen koko prosessiin. Pilottiprojektista tulee myös kerätä dataa, joka kertoo muutoksen vaikutuksista osaprosessiin. (Mindtools 2018.)

Tässä vaiheessa analysoidaan pilottiprojektin tuloksia ja verrataan niitä vaiheessa "Plan" määriteltuihin odotuksiin, joiden perusteella määritellään, onko idea toiminut vai ei. Jos tässä vaiheessa ei ole päästy haluttuihin lopputuloksiin, tulee palata takaisin ensimmäiseen askeleeseen. Tästä siirrytään seuraavaan osa-alueeseen vasta, kun ollaan tyytyväisiä pilottiprojektin tuloksiin (Mindtools 2018). Abuhavin (2014) mukaan tähän kohtaan

kuuluu myös kehityskohteen suorituskyvyn mittaus, analysointi ja arviointi suorituskymittareiden avulla.

Kun ollaan riittävän tyytyväisiä pilottiprojektin tuloksiin, voidaan siirtyä prosessin viimeiseen vaiheeseen. Tässä vaiheessa uusi parannettu prosessi otetaan käyttöön kokonaisuudessaan, ja tästä prosessista tulee uuden kehityssyklin vertailukohta (Mindtools 2018).

### 2.3 Myyntitilausten automatisointi

Myyntitilausten automatisoinnilla voidaan saavuttaa Eskerin (2018) mukaan neljä hyötyä:

- virheiden määrien ja kustannusten vähentäminen
- prosessin kunnon parantaminen
- prosessin ja kapasiteetin kiihdyttäminen
- asiakastytyvyyden paraneminen.

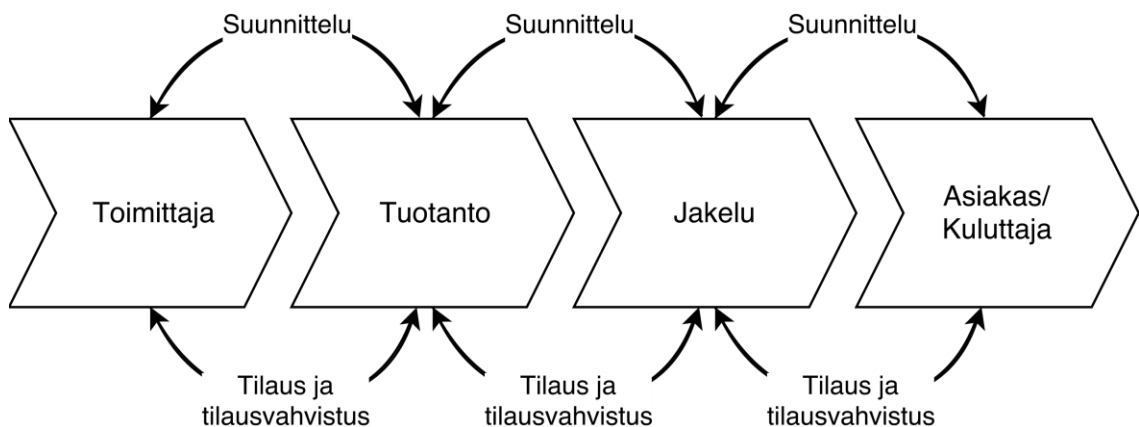
Halverson (2017) toteaa artikkelissaan, että myyntitilauksen automatisoinnin toteuttamiseksi asiakkaiden ostotilausten on oltava jonkinlaisessa standardoidussa muodossa, josta ne automaattisesti käännetään myyntitilaukseksi ERP-järjestelmään. Vaikka nykyään onkin jo olemassa ratkaisuja, kuten erilaisia EDI-ratkaisuja (Electronic Data Interchange), ne tarvitsevat yleensä paljon aikaa, rahaa ja korkean tason yhteistyötä asiakkaiden kanssa.

Molempien osapuolten olisi voitava käyttää erityistä teknistä asiantuntemusta ja pystyä tarjoamaan huomattavia määriä aikaa ja ihmisvoimaa uusien ohjelmistojen ja liiketoimintaprosessien toteuttamiseen. Kun myyntitilauksen automatisointi toimii, sen edut maksavat nopeasti kuitenkin sijoituksen takaisin. Automatisointi parantaa tietojen laatua, vähentää liiketoiminnasta johtuvia kuluja, poistaa manuaalisen tilauksen käsittelyn, vapauttaa henkilöstöä ja luo lyhyemmät tilauskohtaiset syklit. (Halverson 2017.)

## 2.4 Teollisuus 4.0

Visio teollisuuden neljännestä vallankumouksesta on pähkinäkuoressa se, että suurin osa yrityksen prosesseista digitalisoidaan. Perinteisen toimitusketjun mallista ollaan pikku hiljaa siirtymässä yhtenäistä, älykästä ja tehokasta toimitusketjumallia kohti. (Schrauf & Berttram 2016.)

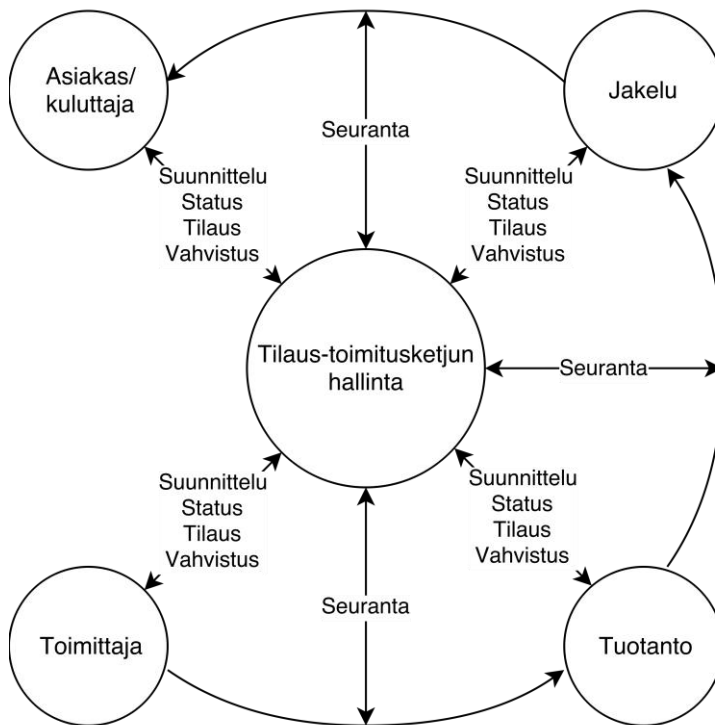
Kuvassa 2 näkyvässä perinteisessä toimitusketjumallissa ketjun läpinäkyvyys on suhteellisen heikkoa. Se antaa kuvan ainoastaan suorien sidosryhmien toiminnasta. Se hankaloittaa myös yhteistyötä ja vääristää loppukäyttäjän tarvetta. Myös kyky vastata ketjun vaatimusten muutoksiin on suhteellisen jäykkä, ja syklien muuttuessa äkilliset viivästyksset muodostuvat suunnittelemattoman yhteydenpidon takia. (Schrauf & Berttram 2016.)



Kuva 2. Perinteisen toimitusketjun malli (mukaillen Schrauf & Berttram 2016).

Kuvan 3 mukainen uusi integroitu toimitusketjumalli perustuu runsaaseen läpinäkyvyyteen ja kommunikaatioon niin yrityksen sisällä kuin sen ulkopuolellakin. Tämä antaa kokonaisvaltaisen näkymän koko toimitusketjuun ja mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon jakamisen koko toimitusketjulle. Loppukäyttäjien tarpeet pystytään myös ottamaan tätä mallia käyttämällä paremmin huomioon, ja tarpeiden muuttuessa niihin pystytään reagoimaan vastaavasti nopeammin. (Schrauf & Berttram 2016.)





Kuva 3. Integroitu toimitusketju (mukaillen Schrauf & Bertram 2016).

## 2.5 Laatukustannukset

Laatukustannukset muodostuvat yrityksen yrittäessä täyttää tuotteissaan tai palveluisaan asiakkaan tarpeita. Laatukustannuksia pyritään seuraamaan prosesseja kuvaamalla ja mittaamalla. Analysoimalla yrityksen laatukustannuksia pystytään vähentämään laatukustannuksia ja saavuttamaan yksinkertainen, ketterä ja laadukas prosessi. Laatukustannusten seuraaminen on menetelmä, jonka avulla yritys pystyy määrittelemään laatukustannuksiensa syyn ja niiden lähteen. Kaksi yleisintä keinoa alentaa kustannuksia on vähentää virheistä aiheutuvia laatukustannuksia ja yksinkertaistaa ja nopeuttaa prosessikaavaa. (Duffy 2013.)

Juranin ym. (1999: 8.4) mukaan yrityksellä on hyvä olla käytössä järjestelmä laatukustannusten seuraamiseksi, jos yritys haluaa pyrkiä vähentämään niitä. Laatukustannusten tulisi hänen mukaansa olla muiden esimerkiksi kuukausittaisten seurattavien mittareiden joukossa.

Juranin ym. (1999: 8.4) mukaan laatukustannukset voidaan jaotella seuraavasti:

- sisäiset laatukustannukset
- ulkoiset laatukustannukset
- valvontakustannukset
- ennaltaehkäisevän toiminnan laatukustannukset.

Sisäiset laatukustannukset muodostuvat kustannuksista, jotka havaitaan ennen kuin tuote toimitetaan asiakkaalle. Näistä ilmeisimpiä ovat tuotteen jalostamisesta muodostuvat hukkapalat ja jätteet. Niihin kuitenkin kuuluvat myös aikaisemmin tehdyn työn uudelleen tekeminen ja jo aikaisemmin toimitettujen tietojen tai dokumenttien etsiminen. Sisäiset laatukustannukset ovat sellaisia, jotka pystytään havaitsemaan jo yrityksen sisällä. Niiden hyvä puoli on, että virheet pystytään korjaamaan ennen tuotteen lähettämistä asiakkaalle, joten niistä ei muodostu huomattavasti sisäisiä laatukustannuksia kalliimpia ulkoisia laatukustannuksia. Tyypillisiä syitä sisäisille laatukustannuksille ovat huono suunnittelu ja nopeasti muuttuvat toimintaolosuhteet, jotka aiheuttavat omalta osaltaan virheitä. (Juran ym. 1999: 8.4.)

Ulkoiset laatukustannukset ovat hyvin pitkälti samankaltaisia sisäisten laatukustannusten kanssa. Ne eroavat sisäisistä laatukustannuksista kuitenkin siten, että ne huomataan vasta toimituksen jälkeen. Ulkoisiin laatukustannuksiin sisältyvät myös menetetyt mahdollisuudet myyntipuolella, takuukustannukset, palautukset, valitukset, erilaisten toimitusten jälkeisten virheiden, kuten laskutuksen, korjaaminen sekä tulonmenetykset tukitoiminnoissa, kuten laskutuksissa. Reklamaatiotapauksissa eli loppukäyttäjän havaitessa virheen muodostuu ulkoisia virhekustannuksia. Tässä tapauksessa laadunvarmistus on epäonnistunut ja virhe on jo päässyt asiakkaalle asti, mikä lisää virheiden korjauskustannuksia huomattavasti. Mitä pidemmälle virhe toimitusketjussa pääsee, sitä kalliimmaksi sen aiheuttamat laatukustannukset lopulta muodostuvat. (Juran ym. 1999: 8.4.)

Valvontakustannukset aiheutuvat tuotteiden ja palveluiden laadun määrittämisestä vaatimusten mukaisiksi. Valvontakustannuksiin kuuluvat esimerkiksi ostettujen tuotteiden laadun määrittäminen, erilaiset tarkastus- ja testauskustannukset ja asiakirjojen tarkastus. Joskus toimialat voivat käyttää erilaisia nimityksiä laadun valvontakustannuksista. Niitä voidaan toimialasta riippuen nimittää esimerkiksi tarkastus-, tasapainotus- tai täsmäyttämiskustannuksiksi, mutta niillä kuitenkin tarkoitetaan samoja kustannuksia. (Juran ym. 1999: 8.7.)

Ennaltaehkäisevät laatukustannukset koostuvat nimensä mukaisesti jo aikaisemmin mainittujen laatukustannusten ennaltaehkäisystä. Niihin kuuluvat esimerkiksi laadun suunnittelu, uusien tuotteiden laadun määrittely ja kartoittaminen sekä prosessien suunnittelu ja hallinta. Lisäksi laatuauditointi, toimittajien laadun arviointi ja työntekijöiden koulutus luetaan ennaltaehkäisevän toimen laatukustannuksiin. Ennaltaehkäisevän toiminnan kustannukset ovat yleensä laadun erityissuunnittelua, tarkastelua ja analysointia. Ehkäisykustannuksiin ei kuulu perustoimintoja, kuten tuotesuunnittelua, prosessisuunnittelua tai huolto- tai asiakaspalveluprosessia. (Juran ym. 1999: 8.7.)

Ennaltaehkäisevät laatukustannukset tulee luokitella omaan kustannusryhmäänsä, koska jos laadun virheitä ei ehkäistä ennaltaehkäisevillä toimenpiteillä, virhekustannukset lisääntyvät huomattavasti. Ennaltaehkäiseviin laatukustannuksiin tuleekin lukea myös huonot hallintotavat ja ympäristövahingot. Ennaltaehkäiseviin laatukustannuksiin kuuluvat esimerkiksi suunnitteleminen, kehittämistoimet ja työntekijöiden kouluttaminen. (Juran ym. 1999: 8.7.)

Ennaltaehkäisevien kustannusten olemassaolon tiedostaminen ja niiden mittaaminen on tärkeää, koska niiden tutkiminen korostaa pientenkin investointien vaikutusta ehkäiseviin toimiin ja näyttää laatukustannusten vähentämisen avulla saavutettavan säästöpotentiaalin. Jos säästöpotentiaali on tarpeeksi suuri, Juran (1999) on havainnut, että ylempi keskijohto tarttuu tarjottaviin kehityskohteisiin usein välittömästi. Hän toteaa kuitenkin, että ennaltaehkäisykustannusten jatkuva mittaaminen voidaan usein jättää pois, jotta pystytään keskittymään suurempiin laatukustannuksiin, kuten virheiden aiheuttamiin kustannuksiin. Mittaamisella myös pystytään välttämään runsaasti aikaa vievät määrittelyt siitä, mikä kaikki pitäisi laskea ennaltaehkäisevän toiminnan kustannuksiksi. (Juran ym. 1999: 8.7.)

## 2.6 Ishikawa-analyysi

Ishikawa-analyysillä pyritään selvittämään ongelmien kausaalisuutta, eli ongelmien syy-seuraussuhteita. Sen ominaispiirteisiin kuuluu syiden lajitteleminen kategorioihin, minkä avulla pystytään löytämään ongelmien perimmäiset syyt. Ishikawa-analyysi aloitetaan määrittelemällä ongelmalauseke, eli vaikutus, minkä jälkeen määritellään suurimmat kategoriat, joista vaikutus muodostuu. Tämän jälkeen jokaisen kategorian kohdalla muo-

dostetaan syyt, joista kategoria muodostuu. Tätä prosessia jatketaan muutaman kierroksen verran, kunnes ongelmalausekkeelle on muodostunut monia alkusyytä. Nämä alkusyyt määrittelemällä ja niihin oikein reagoimalla pystytään vaikuttamaan tai jopa poistamaan itse ongelmalauseke. (Tague 2005: 247–249.)

### 3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusta tehdessä tarvitaan teoriaa selittämään tutkittavia ilmiöitä. Teoria johdetaan käytännön ilmiöistä, ja teorialat eivät voi koskaan olla täysin irrallaan käytännöstä. Teoriaa ei myöskään ole olemassa ilman käytäntöä (Kananen 2013: 45).

”Teoria on yksinkertaistus reaali maailmasta eli empiriasta (käytännöstä)” (Kananen 2013: 45).

Sekä arkea että teoriaa havainnoidessaan ihminen muodostaa kuvan ympäröivästä maailmasta käyttämällä teoriapitoista ja käsitteellistä tulkintaa (Eskola & Suoranta. 2005: 80). Teoria siis on vain eräänlainen mallinnus käytännöstä, ja sillä pyritään ymmärtämään ja ennustamaan tutkittavia käytännön ilmiöitä.

Virallisesti insinööriyön tutkimusta alettiin tehdä tammikuun 2018 lopussa. Työtä suoritettiin toimeksiantajalle täysipäiväisesti, minkä ansiosta työssä pystyttiin keskittymään yksinomaan tähän projektiin ja sen tuloksiin. Tämä on todennäköisesti vaikuttanut myös osaltaan tutkimuksessa käytettävään filosofiaan, aineistonkeruumenetelmiin ja tutkimusotteeseen.

Tutkimusotteeseen vaikutti todennäköisesti aikaisempi kokemus toimeksiantajan palveluksessa toimimisesta sekä kokemus toimeksiantajan logistiikkaprosesseista. Tutkimusta toteutettiin käytännönläheisesti, ja tutkimusta tehdessä keskeistä oli ratkaisun löytäminen. Lisäksi epäviralliset keskustelut esimerkiksi lounaalla ovat olleet työn kannalta tärkeässä asemassa.

#### 3.1 Tutkimusfilosofia

Tutkimuksessa on käytetty sekä induktiivista että deduktiivista päättelyä. Induktiivinen päättely tarkoittaa ”aineistolähtöistä” päättelyä. Induktiivisen päättelyn mukaisesti totuus muodostuu tutkijan ja tutkittavan asian välille havaintojen perusteella luodun mallin mukaisesti. Tätä menettelytapaa käytetään kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa. (Kananen 2013: 49.)

Deduktiivinen päättely on ikään kuin induktiivisen päättelyn vastakohta. Deduktio kuitenkin tarvitsee taustakseen aikaisempia tutkimustuloksia ja teorioita, joiden perusteella

uutta ilmiötä voidaan pyrkiä mallintamaan ja ymmärtämään. Deduktio siis tarvitsee pohjaksi aikaisemmin tehdyn induktiivisen päättelyn. Deduktio ei myöskään laajenna tietoa erilaisista ilmiöistä, koska se pyrkii testaamaan teorioita. Deduktiota tapahtuu kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimuksessa. (Kananen 2013: 50). Voidaankin siis ajatella, että induktion ja deduktion avulla muodostuu molemminpuolinen yhteys käytännön ja teorian välille.

Tässä insinööriyössä käytettiin sekä induktiivista että deduktiivista päättelyä. Niitä käytetään usein tapaus- ja kehitystutkimuksissa. Induktiivisia menetelmiä käytettiin tutkittaessa prosessia ja pyrittäessä mallintamaan sitä. Induktiivisten menetelmien avulla saatua mallinnusta käytettiin myöhemmin työn aikana deduktiivisen päättelyn pohjana, josta muodostuneen uuden prosessikuvauksen avulla päästään tutkimaan induktiivisen päättelyn paikkansapitävyyttä. Tällä päättelysyklillä siis ikään kuin testataan induktiivisen mallin mukaisen päättelyn toimivuutta.

Tutkimuksessa pyrittiin kuitenkin toteuttamaan tutkimus jokseenkin käytännönläheisesti, ja näin ollen kvalitatiiviset menetelmät olivat enemmän käytössä. Tutkimuksen tuloksissa kuitenkin korostui kvantitatiivisten menetelmien käyttö luotaessa uutta prosessia.

Luotaessa uutta aurinkosähköjärjestelmien laskentalogiikkaa insinööriyön tutkimuksen ote oli konstrukttiivinen, koska tuotteena olivat uudet matemaattiset kokonaisuudet, jotka perustuivat tässä tapauksessa aurinkosähköjärjestelmien osista. Niistä muodostui menetelmiä käyttämällä uusi matemaattinen malli.

### 3.2 Aineiston keruumenetelmät

Insinööriyön toteuttamiseksi tutkimusongelmien ja tutkimusfilosofian perusteella valittiin työhön sopivat tutkimusmenetelmät. Tutkimuksessa keskeisin menetelmä oli empiirinen havainnointi.

Havainnointi eli observointi on joko itsenäisesti käytetty tutkimusmenetelmä tai haastattelun lisänä ja tukena käytettävä menetelmä. Havainnointi sopii hyvin laadullisen tutkimuksen menetelmäksi. Tutkijalla kuitenkin tulee olla asiasta paljon taustatietoa, ja tutkijan on ymmärrettävä havaintonsa merkitys, jotta havaintoa voidaan pitää validina. (Saa-

ranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tässä tutkimuksessa käytettiin kokemuspohjaista strukturoimatonta havainnointia ja toteavaa havainnointia havainnoinnin menetelminä.

Tutkimuksessa hyödynnettiin aikaisemmin hankittua kokemusta toimeksiantajan kyseisestä prosessista myös muuten. Kokemusperäistä näkemystä yrityksen prosesseista voitiin hyödyntää tutkimuksessa ja se auttoi aineiston keruussa, analysoinnissa ja ratkaisun muodostamisessa huomattavasti.

Työn aikana tutustuttiin esimerkiksi toimitusketjusta, laatukustannuksista sekä laatufilosofiasta kertovaan kirjallisuuteen ja verkkojulkaisuihin. Kirjallisuuden lähteistä koostettiin ja hyödynnettiin työn ympäristöön ja tavoitteisiin soveltuvaa tietoa. Toimeksiantajan järjestelmästä oli kerätty rajaukseen kuuluvaa tietoa ja haastateltu toimitusketjuorganisaation toimijoita sekä organisaation ulkopuolisia ohjelmistokehittäjiä ja järjestelmäasiantuntijoita.

Haastatteluita toteutettiin vapaamuotoisesti työn kuluessa, ja haastattelujen tarkoituksena oli saada mahdollisimman kattavasti insinööriyöhön liittyvää tietoa. Tutkimuksessa perehdyttiin lisäksi erilaisiin toimitusketjun kehittämisen välineisiin. Niihin perehtymisen tavoitteena oli sekä hyödyntää että soveltaa uutta ja aikaisemmin opittua

Tämänhetkinen toimeksiantajalla käytössä oleva kuvailtava prosessi on ollut yrityksessä käytössä jo jonkin aikaa, ja olen saanut suuren hyödyn omasta kokemuksestani ja osallistumisestani tähän prosessiin. Insinööriyön aikana ymmärrys informaation kulusta ja sen tärkeydestä vahvistui. Tämän vuoksi on tärkeää seurata toimitusten etenemistä myös tietojärjestelmien ulkopuolelta.

Suoritin toimeksiantajalla ensimmäisen harjoitteluni kesällä 2016. Toimin harjoittelun ajan toimeksiantajan varastolla keräilytehtävissä, joissa pääsin seuraamaan lähietäisyydeltä varaston yleistä toimintaa ja keräilyprosessia. Toisen tutkinto-ohjelmaani kuuluvan harjoittelun aikana pääsin toimimaan yrityksessä toimitusketjupäällikön alaisuudessa, myöhemmin pääsin toimimaan myös hänen sijaisenaan. Insinööriyöprojektin lähtökohdat olivat siten erinomaiset aikaisemman käytännön kokemuksen vuoksi.

#### **4 Toimitusketjun nykytila**

Tämä luku on vain työn tilaajan käyttöön.

#### **5 Kehityskohteiden määrittely**

Tämä luku on vain työn tilaajan käyttöön.



## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin aurinkosähköjärjestelmiä toimittavan yrityksen nykyistä toimitusketjua kotimaan jälleenmyyjien osalta ja kartoitettiin siitä johtuvien laatukustannusten syy-seuraussuhteita, ominaispiirteitä ja kehityskohteita. Tutkimus toteutettiin perehtymällä toimeksiantajan nykyiseen myyntitilausten käsittelytapaan ja nykyiseen toimitusketjumalliin. Kartoituksen jälkeen luotiin prosessikuvaukset vanhasta ja uudesta toimitusketjumallista ja määriteltiin niiden pohjalta ohjeistus uuden tilausjärjestelmän vaadittavista ominaisuuksista.

Insinööriyö koostui kirjallisuustutkimuksesta ja haastattelujen sekä oman havainnoinnin pohjalta tehdystä kvalitatiivisesta tutkimuksesta. Kehitystutkimuksessa tutkittiin, mitkä tekijät vaikuttavat toimeksiantajan toimitusketjun laatukustannuksiin ja miten pystytään ehkäisemään laatukustannuksia. Lopulta päädyttiin määrittelemään uusi tilausjärjestelmä, joka oli suuresti laatukustannuksia vähentävä ratkaisu. Jälleenmyyjille tehtävien myyntitilauksen luomisprosessissa havaittiin useita kehityskohteita, kuten manuaalisen työn määrän vähentäminen, jonka takia päädyttiin kehittämään uusi tilausjärjestelmä.

Koska toimitusketju on tietynlaisessa murroksessa toimitusketjun kehittäminen ja digitalisointi on nähdäkseni ajankohtainen aihe useissa yrityksissä. Monilla yrityksillä on todennäköisesti tarvetta automaattiseen tilausjärjestelmään. Tämän projektin tuotoksena kehitettyä tilausjärjestelmää pystytään kehittämään Kaizen-toimintafilosofian mukaisesti edelleen myös tulevaisuudessa. Automaattista tilausjärjestelmää varten luodut menetelmät ja teknologiat ovat sovellettavissa myös muihin vastaaviin kehitysprojeekteihin. Lisäksi tilausjärjestelmän kehittäminen mahdollistaa neljännen osapuolen logistiikan käyttöönoton.

Insinööriyötä tehdessä kävi ilmi, että yrityksen aikaisemmassa toimintamallissa oli paljon kehitettävää. Tilausjärjestelmää uusimalla vähennettiin kaikkien osapuolten tekemää työtä viemällä aikaisemmin manuaalisesti tapahtunut työ laskentalogiikan taakse tilausjärjestelmään ja määrittelemällä prosessi ja rajapinta, jonka avulla myyntitilaus siirtyy automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmään.

Toimeksiantajan antama tehtävä ratkaistiin automatisoimalla myyntitilauksen luomisprosessi viemällä aiemmin manuaaliset työvaiheet uuteen järjestelmään. Menetelmän toi-

mivuutta kannattaa kuitenkin vielä jatkuvasti seurata ja kehittää Stewhart-Demingin laatuympyrän mukaisesti. Uskon että insinööriyön tuloksena syntyneestä materiaalista on aidosti hyötyä ja että siitä saadaan hyvä pohja ja lähtölaukaus jatkuvalle kehitystyölle.

Toimitusketjun kehittämisen välineitä tutkimalla ja soveltamalla onnistuttiin löytämään useita syitä prosessista aiheutuville laatukustannuksille. Ishikawa-analyysin perusteella pystyttiin määrittelemään tarvittavat toimenpiteet laatukustannusten ehkäisemiseksi. Havaittiin, että esimerkiksi tilauksen korkean räätelöintiasteen vuoksi suurimmat laatukustannukset muodostuivat myyntitilauksen käsittelyvirheistä, toiminnanohjausjärjestelmän kirjausvirheistä ja keräilyvirheistä.

Toimitusketjuprosessin sujuvuus on laatukustannuksien minimoimisen kannalta tärkeintä. Ilman jälleenmyyjien tekemää myynti- ja asennustyötä yrityksen tämän liiketoiminta-alueen liikevaihto olisi huomattavasti pienempi, joten jälleenmyyjille tulee tehdä liidien vastaanottamien ja niistä tilauksien tekeminen mahdollisimman käteväksi ja helpoksi.

Insinööriyön tekemisessä mielestäni haastavinta oli aiheen rajaaminen ja asioiden esittäminen kirjoitetussa muodossa. Koska olen ollut jo aikaisemmin toimeksiantajan palveluksessa, olen ehtinyt kypsytellä tutkimukseen liittyviä aiheita pitkään. Tämän vuoksi minulla oli suhteellisen kokonaisvaltainen käsitys toimeksiantajan toimitusketjuprosesseista jo entuudestaan.

Insinööriyön tekemisen aikana opin tunnistamaan itselleni parhaat työmenetelmät. Niihin kuului raportin kirjoittaminen varsinaisen työn ohessa. Tutkinto-ohjelmaani kuuluvan laajan teoriapohjan vuoksi oli hankalaa tunnistaa menetelmiä, joilla olisi mielekästä ratkoa tutkimusaiheen problematiikkaa. Insinööriyötä tehdessäni myös oma lähdekriittinen ajatteluni kehittyi. Lisäksi motivaation kasvaessa raportin kirjoittaminen kävi jatkuvasti helpommaksi.

## Lähteet

Abuhav, Itay. 2014. The PDCA cycle and the ISO 9001:2015 Standard - ISO 9001 - Quality management knowledge center. Verkkoaineisto. <[9001quality.com/plan-do-check-act-pcda-iso-9001/](http://9001quality.com/plan-do-check-act-pcda-iso-9001/)> Luettu 28.2.2018.

Auvinen, Karoliina. 2017. Aurinkoenergian tilastot | FinSolar. Verkkoaineisto. <[finso-lar.net/aurinkoenergia/aurinkoenergian-tilastot/](http://finso-lar.net/aurinkoenergia/aurinkoenergian-tilastot/)> Luettu 23.3.2018.

Bulsuk, Karn. 2018. How to Implement Kaizen. Verkkoaineisto <[bulsuk.com/2012/11/kaizen-putting-it-all-together.html](http://bulsuk.com/2012/11/kaizen-putting-it-all-together.html)> Luettu 21.2.2018.

Duffy, Grace. 2013. The ASQ Quality Improvement Pocket Guide: Basic History, Concepts, Tools and Relationships. Quality Press.

Esler. 2018. Top 4 Benefits of Sales Order Processing Automation. Verkkoaineisto. <[slideshare.net/EslerANZ/top-4-benefits-of-sales-order-processing-automation](http://slideshare.net/EslerANZ/top-4-benefits-of-sales-order-processing-automation)> Luettu 23.3.2018.

Eskola, Jari & Suoranta, Juha. 2005. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 6. painos Jyväskylä: Vastapaino.

Halverson, Brent. 2017. How Sales Order Automation Can Improve Order-to-Cash Cycles. Verkkoaineisto. <[mbtmag.com/article/2017/05/how-sales-order-automation-can-improve-order-cash-cycles](http://mbtmag.com/article/2017/05/how-sales-order-automation-can-improve-order-cash-cycles)> Luettu 25.3.2018.

Harrison, Alan; van Hoek, Remko & Skipworth, Heather. 2015. Logistics Management and Strategy: Competing through the Supply Chain 5. painos. Pearson.

Isixsigma. 2018. Process Ownership. A Vital Role in Six Sigma Success. Verkkoaineisto. <[isixsigma.com/implementation/change-management-implementation/process-ownership-vital-role-six-sigma-success/](http://isixsigma.com/implementation/change-management-implementation/process-ownership-vital-role-six-sigma-success/)> Luettu 5.4.2018.

Juran, Joseph M. 1999. Juran's Quality Handbook. 5. painos. New York: McGraw-Hill.

Kananen, Jorma. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Lean Production. 2018. Kaizen Creates a Culture of Continuous Improvement. Verkkoaineisto. <[leanproduction.com/kaizen.html](http://leanproduction.com/kaizen.html)> Luettu 28.2.2018.

Mentzer, John. 2007. Achieving Competitive Advantage Through Supply Chain Management. Verkkoaineisto. <[industryweek.com/companies-amp-executives/achieving-competitive-advantage-through-supply-chain-management-0](http://industryweek.com/companies-amp-executives/achieving-competitive-advantage-through-supply-chain-management-0)> Luettu 6.4.2018.

Mindtools. 2018. Plan-Do-Check-Act (PDCA) MindTools.com. Verkkoaineisto. <[mindtools.com/pages/article/newPPM\\_89.htm](http://mindtools.com/pages/article/newPPM_89.htm)> Luettu 21.2.2018.

Naps Solar Systems. 2018. Yrityksen sisäinen materiaali.

Rikama, Samuli. 2014. Suomen teollinen perusta pitää löytää uudestaan | Tieto & Trendit. Verkkoaineisto. <[tietotrendit.stat.fi/mag/article/80/](http://tietotrendit.stat.fi/mag/article/80/)> Luettu 23.3.2018.

Saaranen-Kauppinen, Anita & Puusniikka, Anna. 2006. Havainnointi. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.

Schrauf, Stefan & Berttram, Philipp. 2016. Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. Verkkoaineisto. <[strategyand.pwc.com/media/file/Industry4.0.pdf](http://strategyand.pwc.com/media/file/Industry4.0.pdf)> Luettu 21.2.2018.

Tague, Nancy. 2005. The Quality Toolbox. ASQ Quality Press.

The Guardian. 2018. Time to shine: Solar power is fastest-growing source of new energy. Verkkoaineisto. <[theguardian.com/environment/2017/oct/04/solar-power-renewables-international-energy-agency](http://theguardian.com/environment/2017/oct/04/solar-power-renewables-international-energy-agency)> Luettu 23.3.2018.

World Energy Council. 2016. Resources 2016 Summary.

## **Liite 1: Aurinkosähköjärjestelmien laskentalogiikka**

Tämä liite on vain työn tilaajan käyttöön.

## **Liite 2: Käyttäjäkohtainen tilausjärjestelmän määrittely**

Tämä liite on vain työn tilaajan käyttöön.